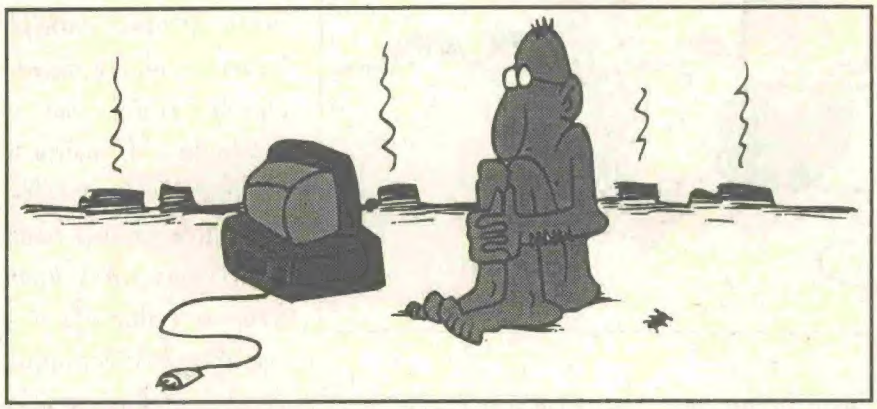
สหัส พรหมสิทธิ์

สรีระของมนุษย์กับคอมพิวเตอร์



ออกแบบคอมพิวเตอร์ในอนาคต เพื่อให้มีความสามารถในการคิด และจดจำเหมือนสมองของมนุษย์

ผู้เขียนได้เคยเล่าเรื่องราวของ Human Genome Project ลงในนิตยสารไมโครฯ และเห็นว่ายังขาดความสมบูรณ์ เนื่องจากไม่ต้องการให้บทความตอนแรกของเรื่องนี้ยาวจนเกินไป เมื่อเป็นเช่นนี้จึงอยากจะสานต่อให้จบ โดยเฉพาะในเรื่องของการออกแบบคอมพิวเตอร์ในอนาคตเพื่อให้มีความสามารถในการคิดและจดจำเหมือนสมองของมนุษย์ ทำให้ต้องย้อนกลับไปเล่าถึงงานค้นคว้าเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานของสมองคน โดยยึดแนวทางการค้นคว้าจากนักวิจัยชั้นนำในปัจจุบัน โดยเฉพาะจากสถาบันที่เป็นที่ยอมรับ เช่นที่ Xerox PARC ในสหรัฐฯ (คำว่า PARC ย่อมาจาก Palo Alto Research Center ผลงานของนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ที่ Xerox PARC ซึ่งจะนำมากล่าวในที่นี้ก็คือ งานค้นคว้าของราลฟ์-เมอร์เกิ้ล (Ralph Merkle) ที่ให้ความสนใจหนักไปในด้านความสามารถในการประมวลผลข้อมูลของสมองมนุษย์ อันเป็นก้าวแรกก่อนที่จะไปถึงการออกแบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่คิดเหมือนคน

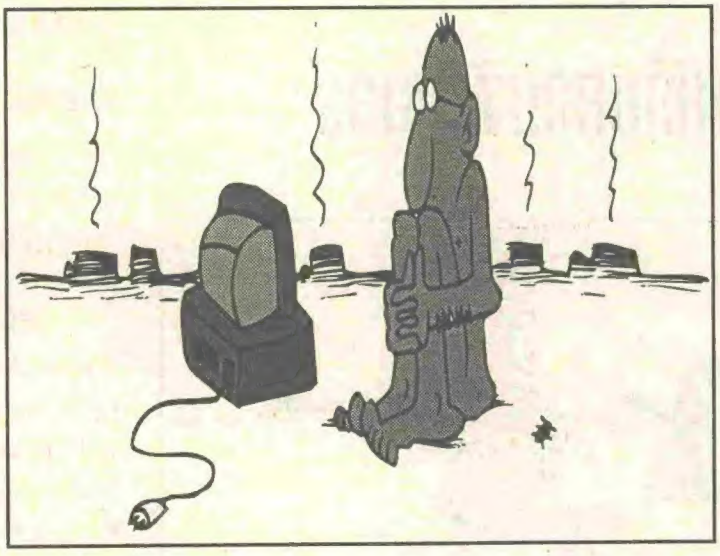
รูปลักษณ์ของคอมพิวเตอร์เมื่อเทียบกับสมองมนุษย์

ราลฟ์-เมอร์เกิ้ลได้แบ่งแยกการประเมินความสามารถของสมองมนุษย์ออกเป็นสามวิธีใหญ่ ๆ เพื่อเป็นแนวทางสำคัญการออกแบบคอมพิวเตอร์ในอนาคต ซึ่งมีดังนี้ คือ

วิธีที่หนึ่ง เนื่องจากสมองของมนุษย์นั้นจะมีส่วนของประสาทที่เรียกว่า synapse อยู่ 10^{24} (quadrillion) ตัว โดยที่ synapses นี้จะประมวลผลข้อมูลคิดเป็นความเร็วที่เท่ากับ 10 nerve impulses ต่อวินาที ดังนั้นสมองจะทำงานด้านความเร็วราว 10 quadrillion synapse opertions ต่อวินาที

วิธีที่สอง ดวงตาของมนุษย์ (retina) นั้นถือได้ว่ามีความสามารถการประมวลในตัวของมันเอง (its own processing power) และนักจักษุศาสตร์ก็ได้มีความรู้ในเรื่องของตามากพอสมควร เนื่องจากได้มีการค้นคว้าศึกษารายละเอียดของการทำงานของตาโดยเฉพาะในทางการแพทย์มาเป็นเวลาช้านาน ภายในตาหรือ retina ของมนุษย์จะมีเซลล์ประสาทอยู่ราว 100 ล้านเซลล์ ซึ่งสามารถทำการคำนวณในรูปของการบวกได้ราว 10,000 ล้าน addition operations ต่อวินาที สมองของมนุษย์มีขนาดใหญ่กว่า retina ประมาณ 100 ถึง 10,000 เท่า ดังนั้นสมองจะสามารถประมวลผลข้อมูลได้ระหว่าง 1 ถึง 100 trillion (10^{12}) operations ต่อวินาที

วิธีที่สาม สมองของมนุษย์ใช้พลังงานราว 25 วัตต์ และพลังงานราว 10 วัตต์ จากจำนวนจะนำไปใช้โดยตรงสำหรับกระบวนการทางจิต (mental processes) นักวิทยาศาสตร์สามารถรู้ว่า synapse แต่ละตัวต้องการใช้พลังงานเท่าใด รวมทั้งสามารถกะประมาณระยะทางโดยเฉลี่ยระหว่าง synapse ต่าง ๆ อันหมายความว่านักวิทยาศาสตร์สามารถทราบจำนวน synapse operations ที่มากที่สุดที่เพาเวอร์-ซัพพลายของสมองจะให้การสนับสนุนได้ ขีดจำกัดบนของเรื่องจะมีค่าเท่ากับ $2x10^{24}$ synapse operations ต่อวินาที



กรรมวิธีในการประเมินความสามารถของสมองมนุษย์ (intellectual processing power) ที่กล่าวในข้างต้นนี้ เป็นผลการค้นคว้าของราลฟ์-เมอร์เกิ้ล ซึ่งได้ลงพิมพ์เมื่อปี 1989 อันเป็นผลผลิตงานวิจัยของ Xerox PARC ที่น่าจะมีความสำคัญ สำหรับการออกแบบคอมพิวเตอร์ในอนาคต ซึ่งจากค่าเฉลี่ยจากสามวิธีที่กล่าวมานี้ทำให้อนุมานได้ว่าความสามารถในการประมวลผลข้อมูลของสมองมนุษย์จะตกราว **10^{24} synapse operations ต่อวินาที** จากนี้ก็จะมาถึงขั้นที่ว่า เราจะเปรียบเทียบตัวเลขดังกล่าวกับคอมพิวเตอร์ยุคใหม่ได้อย่างไร ขณะนี้เรามีอุปกรณ์คำนวณที่เรียกว่า massively parallel computer ที่ประมวลผลได้ 10^{12} floating-point-operations ต่อวินาที และถ้าอานุภาพในการประมวลผลของคอมพิวเตอร์เพิ่มเป็น 2 เท่าในทุก ๆ 18 เดือน ก็จะได้ว่าการวิ่งของฮาร์ดแวร์จะสามารถไล่ทันสมองในราว คศ. 2020 ซึ่งเมื่อถึงตอนนั้นการสร้าง **อินโฟมอร์ฟ** (infomorphs) น่าจะเป็นไปได้สูงในทางทฤษฎี

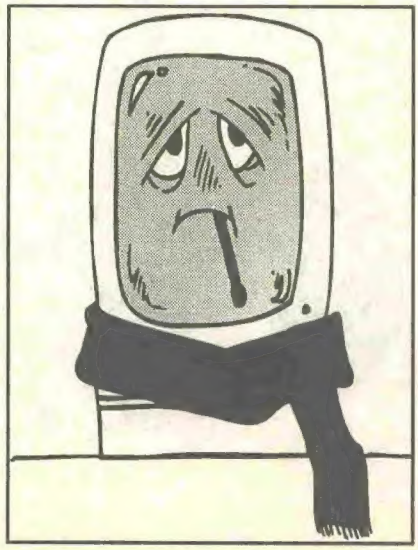
คำว่า **อินโฟมอร์ฟ** นี้จะหมายถึงมนุษย์จำลองที่มีข้อมูลอันมากมายเป็นองค์ประกอบ (information entity) ซึ่งสถิตย์อยู่ภายในคอมพิวเตอร์ การที่จะสร้างมนุษย์จำลองได้ก็จำเป็นต้องมีความรู้ในเรื่องของการทำปฏิกิริยาของเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายมนุษย์ รวมทั้งต้องมีคอมพิวเตอร์ที่มีอานุภาพสูงเข้าไปช่วยในการประมวลผลในแง่ของการติดตามการทำงานของเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกายมนุษย์ ซึ่งมีจำนวนเซลล์นับเป็นล้านล้านในผู้ใหญ่ (trillions of cells, trillion = 10^{12}) แนวความคิดในเรื่องอินโฟมอร์ฟจึงเป็นความฝันอันยิ่งใหญ่ของมนุษย์ เนื่องจากว่าไม่น่าจะมีการเสริมสร้างอะไรที่จะมีความยากซับซ้อนเหมือนสร้างมนุษย์เทียม (virtual person) ซึ่งต้องอาศัยวิทยาการมากมายหลายแขนงมาประยุกต์ และเมื่อใดก็ตามที่ทำได้สำเร็จนักวิทยาศาสตร์ก็จะก้าวต่อไปทำอะไร ๆ ที่พิลึกได้อีกมากมายในอนาคต (คศ. 2020 หรือนานกว่านั้น) ความพิลึกเช่นที่ว่านี้ ก็อาจเป็นว่านักวิทยาศาสตร์อาจสร้าง Einstein หรือใครก็ตามที่เป็นอัจฉริยะขึ้นมาในคอมพิวเตอร์ได้ โดยอย่างน้อยก็ได้พันธุ์เชื้อที่วิเศษมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ในชั้นต้น จากนั้นก็ทำการเลี้ยงดูและให้การศึกษาทารกที่เกิดจากพันธุ์เชื้อนี้จนเติบใหญ่ อันเป็นการเติบใหญ่ที่เพียบพร้อมด้วยความรู้สึกนึกคิดและเชี่ยวชาญในวิชาชีพ ความรู้ความเชี่ยวชาญที่ฝังแน่นอยู่ในมนุษย์เทียมหรือมนุษย์จำลองนี้จึงมีประโยชน์และอานุภาพอย่างมหาศาลจนสุดที่จะจินตนาการได้ว่าจะพาโลกไปในทิศทางใด อันนี้ก็เป็นเรื่องของอนาคตในราว 25 ปีนับจากนี้อันควรแก่การติดตามอย่างยิ่ง

ปัญหาที่เป็นเรื่องใหญ่อีกเรื่องที่นักวิทยาศาสตร์อย่างราลฟ์-เมอร์เกิ้ลต้องขบคิดให้ตกก็คือเรื่องของเมมโมรีหรือความสามารถในการจดจำ สมองของมนุษย์นั้นดูเหมือนจะจดจำสิ่งต่าง ๆ ได้มากมายก่ายกองอันนับตั้งแต่การเก็บบันทึกภาพ เสียง ตลอดจนสิ่งที่เป็นแนวความคิด (concepts) ซึ่งหมายถึงว่า ถ้าจะให้ฮาร์ดแวร์ของคอมพิวเตอร์ทำเช่นนี้ได้ จะต้องใช้ความจำหรือเมมโมรีสักกี่ไบต์จึงจดจำได้เหมือนคน เมอร์เกิ้ลได้ศึกษาปัญหานี้ในการค้นคว้าเมื่อไม่กี่ปีมานี้ และได้ลงพิมพ์ผลการค้นคว้าของเขาในปี 1994 อันเป็นบทความทางวิชาการที่เกี่ยวกับการขบคิดเพื่อแก้ปัญหาทั่วไป ในเรื่องของการจำลองแบบของสมองมนุษย์ให้ใกล้เคียงความเป็นจริง (accurate copy of a human brain) ในชั้นแรกเมอร์เกิ้ลได้ตั้งคำถามว่าจำเป็นจะต้องมีรายละเอียดด้านกายภาพ (physical datail) สักเท่าใดจะพอเพียง หมายความว่าเราจำเป็นต้องรู้รายละเอียดให้มากเข้าไปถึงตำแหน่งของทุกอะตอมของสมองหรือไม่ คำตอบก็คือไม่จำเป็นทุกโมเลกุล? คำตอบก็คืออาจไม่จำเป็นเนื้อหาของแต่ละ synapse? คำตอบก็คือ อาจต้องการ ผลของการวิจัยได้แสดงว่า **แต่ละบิต** (one bit) ของข้อมูลในเมมโมรีจะเก็บไว้ในsynapses นับเป็นพันหรือเป็นล้าน อันเป็นกระจายกันเก็บข้อมูลซึ่งไม่ได้สะสมไว้ในที่ใดที่หนึ่ง อันทำให้ยากในการทำความเข้าใจว่าสมองเก็บข้อมูลอย่างไร การแก้ปัญหาเช่นนี้โดยตรงคงทำได้ยาก ทางออกของเมอร์เกิ้ลก็คือการใช้สมมติฐานแบบมองโดยรวมโดยอาศัย **สถานะ** (states) เป็นหลักการเก็บข้อมูลของสมองในแง่ที่ว่ารวมทั้งหมดแล้วสมองมนุษย์เก็บข้อมูลได้เท่าไหร่ โดยไม่ต้องหยั่งลึกเข้าไปในรายละเอียดมากนักจนทำอะไรไม่ได้ อันหมายความว่ามองแค่สถานะก็พอ (store the states of all of them) เมอร์เกิ้ลจึงตั้งสมมติฐานว่า ถ้าแต่ละ synapse นั้นสามารถแทนด้วยหนึ่งไบต์และถ้ามีจำนวน synapse อยู่ 10^{24} ตัว ก็แสดงว่าเราต้องการเมมโมรีเท่ากับ 10^{24} synapses ซึ่งถ้าจะดูจากสถานภาพของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เก็บข้อมูลในปัจจุบันก็จะเห็นว่าเรื่องของเมมโมรีไม่น่ามีปัญหา เพราะ optical drives ในปัจจุบันสามารถจุข้อมูลได้ถึง 1,000 จิกะไบต์ ด้วยราคาค่างวดราว 100,000 เหรียญสหรัฐฯ ทั้งหมดนี้ก็เป็นแนวหนึ่งของการค้นคว้าในขั้นพื้นฐานเพื่อหาข้อมูลขั้นต้นก่อนไปสู่

รายละเอียดในเรื่องของการออกแบบคอมพิวเตอร์ที่มีอานุภาพสูง โดยอาศัยความรู้ในด้านกายวิภาค จนถึงสรีระของมนุษย์เป็นจุดเริ่มต้นมุมมองอื่น ๆ ของการค้นคว้าเพื่อหาวิธีใช้งานคอมพิวเตอร์ที่ต้องเกี่ยวข้องกับสรีระของมนุษย์ยังมีอีกหลายแง่ที่เห็นว่าน่าจะนำมากล่าวในที่นี้ เพราะในแต่ละแง่หรือแต่ละมุมมองล้วนน่าสนใจทั้งนั้น อันเนื่องมาจากสามารถทำให้เห็นพัฒนาการของงานค้นคว้าว่าในขณะนี้โลกได้ก้าวไปถึงไหนแล้ว

ควบคุมคอมพิวเตอร์ด้วยประสาทและกล้ามเนื้อ

มนุษย์ได้มีความสนใจในอันที่จะสั่งการเพื่อควบคุมการทำงานของจักรกล เช่น คอมพิวเตอร์มานานพอสมควร ดังจะเห็นได้จากภาพยนตร์ที่สร้างจากนิยายวิทยาศาสตร์ที่ถือว่าเป็นอมตะ เช่น Forbidden Planet ที่กล่าวถึงนักเดินทางไปในอวกาศจากโลก และได้พลัดหลงโดยนำยานอวกาศไปลงบนดาวดวงหนึ่งซึ่งอยู่ไกลลิบลับที่ทำให้มีการพบว่า บนดวงดาวดังกล่าวได้เป็นที่อยู่ของกลุ่มชนที่มีความเจริญทางเทคโนโลยีในระดับที่สูงมาก ๆ นิยายเรื่องนี้ได้เล่าต่อไปว่า แม้ว่าส่วนใหญ่ของอารยธรรมของดาวดวงนี้ได้ล่มสลายไปแล้วก็ตาม แต่ก็ยังคงทิ้งร่องรอยของความเจริญให้แลเห็น โดยได้มีโอกาสพบคอมพิวเตอร์ที่มนุษย์ต่างดาวทิ้งเอาไว้ที่ยังคงใช้การได้ ทำให้สามารถใช้วิทยาการอันล้ำยุคของมนุษย์โลกติดต่อกับมนุษย์ต่างดาวด้วยกระแสจิต (อันเป็นการถ่ายทอดความคิดและความรู้สึก) โดยผ่านทางคอมพิวเตอร์ตัวนี้ด้วย มี neural link เป็นตัวเชื่อมโยงสมองของมนุษย์โลกกับมนุษย์ต่างดาวให้สามารถสื่อความกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องแย้มริมฝีปากด้วยการอาศัยคอมพิวเตอร์ (alien computers) ที่ฉลาดล้ำ อันนี้ก็เป็นเรื่องของอมตะนิยายทางวิทยาศาสตร์ที่ลงพิมพ์เมื่อ 40 ปีมาแล้ว สำหรับในปัจจุบันการค้นคว้าในทำนองนี้ได้รุดหน้าไปไกลพอสมควร จะเห็นได้จากการค้นคว้าในเรื่อง voice recognition ตลอดจน pattern recognition เพื่อที่จะปูทางไปสู่ thought recognition ในที่สุด อันเนื่องจากว่า thought recognition จะเป็นแมชีนอินเตอร์เฟสชั้นบรมครู เพราะคอมพิวเตอร์จะเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของระบบประสาทของมนุษย์ในแง่ของการเป็นมือเป็นเท้า และในที่สุดจะเป็นเครื่องผ่อนแรงชิ้นสำคัญ เช่นสำหรับผู้พิการทางกายหรือทางประสาท อย่างไรก็ตาม การที่จะสร้างนิวรอล จังก์ชัน (neural junction) ที่มีความคล่องตัวเพื่อเชื่อมโยงสมองคนให้เข้ากับวงจรอิเล็กทรอนิกส์อันเป็นของภายนอกนั้นเป็นงานค้นคว้าทดลองที่มีทั้งความยุ่งยากและท้าทายอย่างมาก แต่ก็คุ้มที่จะก้าวเข้าไป เพราะที่สุดของการใช้คอมพิวเตอร์ก็คือการสามารถสั่งการได้โดยตรงจากสมองหรือจากสรีระอื่น ๆ ของร่างกายโดยใช้ความพยายามน้อยที่สุด ซึ่งต้องขอย้อนไปในอดีตเพื่อดูว่าได้มีงานค้นคว้าอะไรบ้างที่เป็นรากฐานของการที่จะทำให้การติดต่อกับคอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องออกแรงหรือใช้ความพยายาม (effortless communication with computers) เกิดความเป็นไปได้ในปัจจุบันในแง่ของการสามารถช่วยผู้ที่พิการทางกล้ามเนื้อและประสาท (neuromus-cular handicaps) อันเป็นกลุ่มคนที่แทบไม่มีโอกาสเข้าถึงคอมพิวเตอร์ในด้านการใช้งานแต่อย่างใดให้กลับมีโอกาสเหมือนผู้ใช้อื่น ๆ



พัฒนาการของงานค้นคว้าเมื่อสิบกว่าปีมานี้ได้ทำให้การใช้คอมพิวเตอร์โดยไม่ต้องใช้มือ (hands free) เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ ในจำนวนนี้ก็มีนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ เช่น Hugh S.Lusted และ R. Benjamin Knapp ซึ่งเป็นทีมงานจากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดที่สนใจเรื่องการพัฒนาบริภัณฑ์ที่เรียกว่า neural linkages เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความสำเร็จอย่างมากในขณะนี้ ล้วนต้องอาศัยผลการค้นคว้าในอดีตเป็นพื้นฐาน

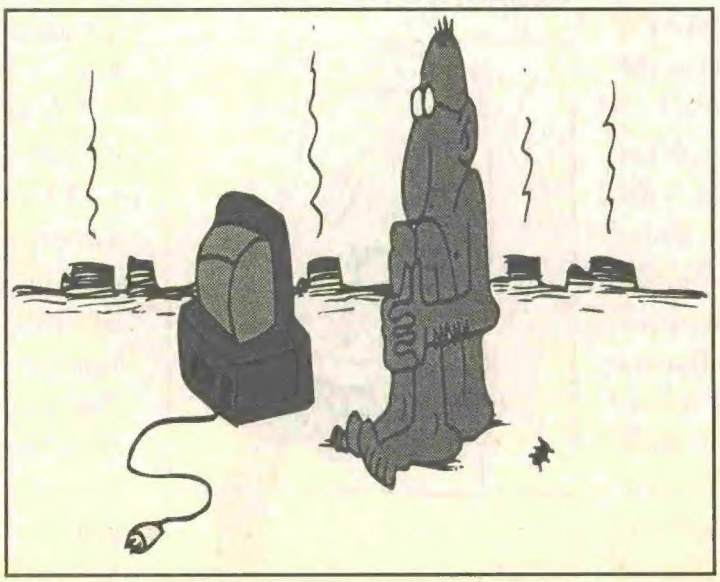
ไฟฟ้าในร่างกายมนุษย์กับการควบคุมคอมพิวเตอร์

ธรรมชาติของไฟฟ้าที่มีอยู่ในระบบประสาทของมนุษย์ ซึ่งถือว่าเป็นรากฐานของการควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ด้วยนิวรอลนั้นได้มีการสังเกตเห็นมานานกว่าหนึ่งศตวรรษ เช่นในปีค.ศ. 1849 ก็ได้มีนักสรีรวิทยาชาวเยอรมันผู้มีนามว่า **Emil Heinrich Du Bois Raymond** ซึ่งเป็นรายแรกที่รายงานว่าได้ตรวจพบประจุไฟฟ้าในปริมาณที่น้อยมากที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อในแขนของเขา อันเป็นการสังเกตโดยอาศัยเครื่องวัดแบบเก่าแก่โบราณที่เรียกว่า กาลวันโนมิเตอร์ (galvanometer) การทดลองในขั้นต้นของ Du Bois-Raymond ทำให้เขาได้พบว่าการวัดประจุไฟฟ้าที่เกิดจากการยืดหดของกล้ามเนื้อโดยผ่านทางผิวหนังนั้นจะได้สัญญาณไฟฟ้าที่ต่ำมาก จึงต้องหาวิธีที่ยื่นด้วยการฝังขั้วไฟฟ้าหรืออิเล็กโตรด (electrodes) เข้าที่กล้ามเนื้อ ทำให้เขาสามารถวัดสัญญาณไฟฟ้าได้มากกว่าการวัดที่ผิวหนังถึง 30 เท่า เป็นการค้นคว้าทดลองในยุคแรก ๆ ที่ถือว่าเป็นการสร้างเทคนิคที่เป็นรากฐานในการวัดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่ยังคงใช้กันในทุกวันนี้ อันหมายความว่าหลักเกณฑ์ที่ DuBois-Raymond เคยใช้ในปี 1849 ได้กลายมาเป็นการใช้เครื่องวัดที่มีความไวตัวมากขึ้น เช่นการใช้ silver chloride

electrodes กับ electronic amplifiers ที่มีความไวสูง ทำให้สามารถจับวัดการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อที่แม้ว่าจะเป็นเพียงน้อยนิด และแปลงออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าที่เห็นได้อย่างชัดเจน สัญญาณไฟฟ้าจากกล้ามเนื้อดังกล่าวมีชื่อว่า electromyographic signal หรือ EMG อันเป็นชื่อที่ขอยืมมาจากชื่อเรียกของกระดาษ tracing ที่ใช้สำหรับเขียนสัญญาณที่ได้จากการวัดการยืดหดของกล้ามเนื้อที่วัดจากผิวหนังที่มีอิเล็กโตรดแปะติดอยู่

อย่างไรก็ตาม นักวิทยาศาสตร์ยังมีภาระอื่น ๆ อีกมาก เช่นต้องสร้างวงจรและซอฟต์แวร์พิเศษเพื่อวิเคราะห์และตีความแพตเทอร์นของแรงดล (impulses) ต่าง ๆ ของกล้ามเนื้อ นอกเหนือจากการแปะ EMG เซ็นเซอร์ (sensors) ให้ติดกับผิวหนังของผู้เข้ารับการทดลอง แล้วโยงสายไฟฟ้าที่มาจากเซ็นเซอร์มาเข้าคอมพิวเตอร์ ทำให้มีผู้ออกแบบอุปกรณ์เพื่อให้ทำหน้าที่เป็นอินเตอร์เฟส-อเนกประสงค์ (general-purpose interface) ระหว่างคอมพิวเตอร์กับสัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้จากร่างกายของมนุษย์ โดยให้ชื่อสิ่งประดิษฐ์นี้ว่า Biomuse งานค้นคว้าเพื่อแปลงแรงดลของกล้ามเนื้อ (muscle impulses) ให้ไปอยู่ในรูปที่เหมาะสมสำหรับการเข้าใจของดิจิตอลคอมพิวเตอร์จะเริ่มจากการขยายความเข้มหรือความแรงของสัญญาณดิบ (raw signals) ที่วัดจากอิเล็กโตรด ซึ่งมีผลให้เกิดการเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (voltages) ราว 10,000 เท่า จากนี้ก็จะมีวงจรอื่นที่แปลงสัญญาณ EMG ที่ได้รับการขยายความเข้มให้อยู่ในรูปของดิจิตอล ซึ่งหลังจากนี้ได้มีการประมวลผลต่อไปอีกมากพอสมควร สำหรับการวัดที่อยู่ในรูปดิจิตอลนี้คอมพิวเตอร์ก็จะสามารถหาว่าเมื่อใดไฟเบอร์ของกล้ามเนื้อที่อยู่ใกล้อิเล็กโตรดจึงเกิดการหดตัวและหดในปริมาณเท่าใด โดยวิธีนี้นักวิทยาศาสตร์ก็จะสามารถนำผลของกิจกรรมต่าง ๆ ของกล้ามเนื้อไปควบคุมคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (พีซี) โดยตรงอันจะเหมือนกับการใช้ mouse หรือ trackball ในปัจจุบัน ทั้งนี้ก็เป็นส่วนหนึ่งผลการค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ผู้มีนามว่า Hugh S. Lusted และ R. Benjamin Kuapp ซึ่งจบการศึกษาและได้รับอิทธิพลของการค้นคว้าในด้านนี้ไปจากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดในสหรัฐฯ อุปกรณ์ที่เป็นอินเตอร์เฟสแบบอเนกประสงค์ที่ดร. Lusted และ ดร. Kuapp คิดสร้างขึ้นเมื่อไม่กี่ปีมานี้และได้นำผลงานมาลงพิมพ์เมื่อปี 1992 นั้นได้มีผู้นำไปใช้ทดลองเพื่อให้คนพิการสามารถใช้สัญญาณจากกล้ามเนื้อในการสั่งงานคอมพิวเตอร์ได้ เช่นกรณีของศูนย์การแพทย์ของมหาวิทยาลัย Loma Linda ในรัฐแคลิฟอร์เนียในปี 1993 ซึ่งนำโดยนักประสาทวิทยา (neuroscientist) ผู้มีนามว่า **เดวิด เจ. วอร์นเนอร์** (David J warner)

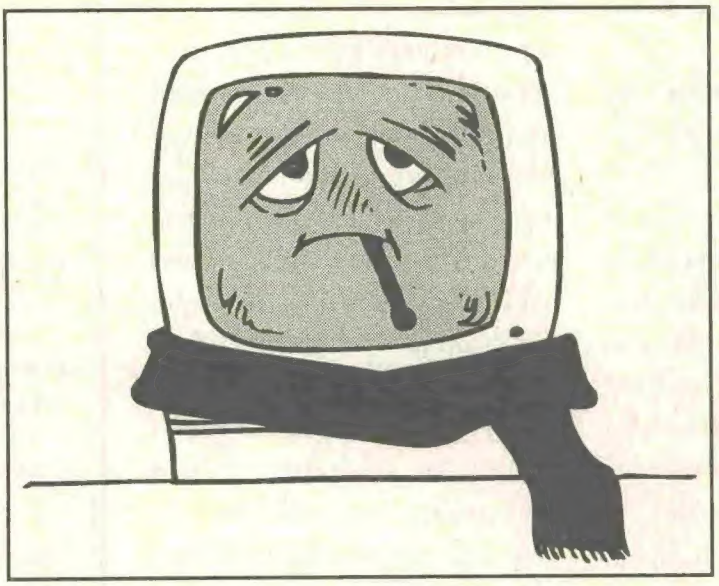
วอร์นเนอร์ได้โยงอิเล็กโตรดจากอุปกรณ์ EMG ของ ดร. Lusted และดร. Kuapp ไปยังใบหน้าของเด็กชายอายุ 10 ปี ที่ได้รับอุบัติเหตุจากรถยนต์และเป็นอัมพาตตั้งแต่คอลงไปจนไม่สามารถเคลื่อนไหวส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย (เช่น มือ) ได้ อิเล็กโตรดที่นำไปแปะติดบนใบหน้าของเด็กชายคนนี้มีอยู่หลายจุด เพื่อให้สามารถวัดการยืดหดของกล้ามเนื้อบนใบหน้าของเด็กได้อย่างทั่วถึงในขณะที่มีการเกร็งกล้ามเนื้อบางส่วนบนใบหน้า ซึ่งเมื่อผู้เข้ารับการทดลองเริ่มขยับกล้ามเนื้อบนใบหน้าก็ได้ส่งผลให้สิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ในสกรีนของคอมพิวเตอร์เกิดการเคลื่อนไหว นับเป็นครั้งแรกที่เด็กพิการคนนี้สามารถส่งอิทธิพลแก่สิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวได้โดยไม่ต้องมีใครช่วยนอกจากอาศัยการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อบนใบหน้าเป็นมิตรในยามยาก จากนี้ก็จะก้าวต่อไปพูดถึงการควบคุมคอมพิวเตอร์โดยประสาทสัมผัสแบบอื่น ๆ เช่นอาศัยการเคลื่อนไหวของควงตา (eye-movements)



บังคับคอมพิวเตอร์ด้วยสายตา

ในแง่ของการใช้การเคลื่อนไหวของควงตาเป็นเครื่องควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์นั้น การค้นคว้าวิจัย (เช่นกรณีของอาจารย์ Lusted และ Knapp) เมื่อเร็ว ๆ นี้ได้ให้ผลออกมาว่านักวิทยาศาสตร์ระบบอุปกรณ์อันเดียวกันกับที่ใช้ในการวัดสัญญาณจากกล้ามเนื้อมาใช้ในเรื่องของตา ตาของมนุษย์ทำหน้าที่เหมือนแบตเตอรีที่จ่ายไฟได้อ่อนมาก อย่างไรก็ตาม วงจรอิเล็กทรอนิกส์ก็สามารถตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้า (voltage fluctuation) ที่มีความเข้มน้อยจนสังเกตได้ยาก เมื่อตาทั้งคู่กลอกไปมา แรงดล (impulses) อันเกิดจากการเคลื่อนไหวของตามีชื่อเรียกว่า electroculographic signal หรือ EOG การทำงานของ EOG มอนิเตอร์จะเหมือนกับการประมวลผลในระบบ EMG คือเครื่องวิเคราะห์ EOG จะเริ่มทำงานด้วยการขยายของเข้มของแรงดันไฟฟ้า พร้อมด้วยการทำให้เป็นดิจิตอลสำหรับสัญญาณที่มาจากอิเล็กโตรดต่าง ๆ (เช่นอิเล็กโตรดคู่หนึ่งใช้วัดการเคลื่อนไหวของควงตาในแนวดิ่ง ส่วนอีกชุดวัดการเคลื่อนของควงตาในแนวนอน)

ขั้นต่อไประบบ EOG ก็จะอาศัยกรรมวิธีทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่า fuzzy logic เพื่อจำแนกการเคลื่อนไหวที่แท้จริงของดวงตาออกจากการเคลื่อนไหวของอิเล็กโตรด อุปกรณ์เช่นที่กล่าวมานี้จะทำให้มนุษย์สามารถสั่งการคอมพิวเตอร์ได้โดยอาศัยการเคลื่อนไหวของนัยน์ตา (eye movements) ซึ่งจะมีประโยชน์สำหรับคนพิการ



ในปี 1991 เดวิด เจ. วอร์นเนอร์ (David J. Warner) แห่งศูนย์การแพทย์ Loma Linda ได้นำ eye-tracking system ของอาจารย์ Kuapp และ Lused ไปทดลองกับเด็กหญิงที่ได้รับอุบัติเหตุอย่างแรงในช่วงของสันหลัง (spinal cord) ทำให้นายแพทย์ในขณะนั้น (ก่อนปี 1991 เป็นขณะที่เด็กคนนี้ได้รับอุบัติเหตุขณะเป็นทารก) วิตกว่าจะมีผลกระทบถึงการเติบโตของสมองของเด็กคนนี้ จึงได้ทำการทดลองในปี 1991 ที่ Loma Linda ด้วยการเอาแถบอุปกรณ์ EOG ที่กะทัดรัดพันรอบศีรษะของเด็กหญิงผู้นี้พร้อมด้วยกล่องถ่ายวิดีโอที่นำมาตั้งไว้ตรงหน้าเด็กที่มีอายุ 18 เดือน ทำให้พบว่าเด็กสามารถใช้นัยน์ตาเป็นเครื่องมือในการสั่งให้ไอคอน (เป็นรูปของใบหน้าที่ยิ้มได้) เคลื่อนที่ไปตามจุดต่าง ๆ บนสกรีนของคอมพิวเตอร์เพียงแค่การขยับนัยน์ตา โดยในขณะเดียวกันเด็กหญิงผู้นี้ก็สามารถรู้ได้ด้วยตนเองว่าจะควบคุมการดิสเพลย์ได้อย่างไร โดยไม่ต้องมีใครมาบอกวิธีการควบคุม เป็นเสมือนการรู้จักใช้จิตสำนึกที่ธรรมชาติได้มีให้แก่มนุษย์โดยอัตโนมัติ แม้ว่ามนุษย์ที่เป็นเด็กหญิงนี้จะมีอายุแค่ 18 เดือน

การติดตามการจ้องมองของบุคคลใดบุคคลหนึ่งด้วยสัญญาณ EOG ซึ่งสามารถทำได้อย่างแม่นยำดังได้กล่าวในข้างต้นนี้ได้ทำให้มีกลุ่มบุคคลต่าง ๆ พยายามที่จะผสมผสานกลไกอันนี้กับงานด้านอื่น ๆ เช่น นักวิทยาศาสตร์ผู้สร้างอุปกรณ์ EOG (Lusted และ Knapp) ได้ร่วมมือกับอายุรแพทย์แห่งมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ดในการพัฒนาเพื่อหาทางควบคุมการทำงานของกล้องถ่ายภาพแบบไฟเบอร์ออปติกที่ใช้ในการผ่าตัดร่างกายคนในที่ที่อยู่ไกลออกไป (endoscopic surgery) และจากการใช้อุปกรณ์ EOG ได้สามารถทำให้นายแพทย์เปลี่ยนมุมการเคลื่อนที่ของกล้องโดยอาศัยแค่เพียงการเคลื่อนไหวของนัยน์ตา ในขณะที่กำลังผ่าตัดอยู่ เป็นต้น

ยุคของการใช้สมองกับคอมพิวเตอร์โดยตรง

ในปีคศ. 1929 จิตแพทย์ชาวเยอรมันผู้มีนามว่า **ฮานส์ เบอร์เกอร์** (Hans Berger) ได้เป็นผู้ให้กำเนิดคำว่า "electroencephalogram หรือ EEG เพื่อให้หมายถึงการบันทึกการแปรปรวนของแรงดันไฟฟ้าของสมองที่ทำได้โดยอาศัยอิเล็กโตรดมายึดติดเข้ากับผิวหนังของศีรษะ นักสรีรวิทยาด้านประสาท (neurophysiologists) เชื่อว่า pyramidal cells ของ cerebral cortex เป็นตัวทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าในรูปของ EEG นักวิจัยได้ใช้เวลาอยู่หลายทศวรรษเพื่อที่จะหาความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณ EEG กับพฤติภาพหรือความรู้สึกชนิดต่าง ๆ ผลของการศึกษานี้ได้ก่อให้เกิดภาพกว้าง ๆ ที่เป็น functional map ของสมองของมนุษย์ในส่วนที่เรียกว่า cerebral cortex จนกระทั่งในปัจจุบันที่นักวิทยาศาสตร์สามารถกำหนดการทดลองแบบ EEG ให้ตรงกับกิจกรรมทางสมองที่ต้องการจะมอนิเตอร์ด้วยการวางอิเล็กโตรดลงในส่วนนั้น การที่จะใช้สัญญาณทางไฟฟ้าเช่นนี้เพื่อควบคุมคอมพิวเตอร์ได้ทำให้มีนักวิจัยบางกลุ่มพยายามที่จะแยกสัญญาณ EEG ออกเป็นเอกเทศ เพื่อให้มีการนำไปปรับเปลี่ยนได้ตามใจชอบ อย่างไรก็ตาม เอาต์พุตที่เป็นสัญญาณไฟฟ้าจากสมองมนุษย์นั้นไม่สามารถควบคุมได้ง่าย ๆ จึงต้องหันมาใช้วิธีวัดสัญญาณ EEG ชนิดต่าง ๆ พร้อม ๆ กันโดยแยกเอาส่วนที่ไม่ต้องการทิ้งไป

การวิเคราะห์สัญญาณ EEG หรือคลื่นสมอง จัดเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งโดยเฉพาะ คือ คลื่นชนิดต่าง ๆ นั้นสามารถดูได้จากความถี่หรือรูปแบบของคลื่น (wave forms) คลื่นสมองที่มีความสำคัญเท่าที่พบจะมีอยู่ 5 แบบ คือ

แอลฟ่า เวฟ (ซึ่งมีย่านความถี่ระหว่าง 8 ถึง 13 Hz) เป็นคลื่นที่เกิดขึ้นได้ง่าย เช่น จากการหลับตา คลื่นแบบนี้มักจะแรง และจะลดความแรงลงเมื่อบุคคลใดบุคคลหนึ่งถูกกระตุ้นด้วยแสงสว่าง กำลังให้ความสนใจกับภาพลักษณ์ที่ตื่นตา หรือพยายามที่จะมีสมาธิจิตในเรื่องอื่น

บีต้า เวฟ (14 ถึง 30 Hz) เกิดจากสภาพจิตที่มีความกระปรี้กระเปร่าและสามารถมีความถี่ได้มากถึง 50 Hz ในขณะที่กำลังนึกคิดอะไรอยู่อย่างหนัก

เธต้า เวฟ (theta waves) มีความถี่ตั้งแต่ 4 ถึง 7 Hz โดยจะเกิดจากความเครียดทางอารมณ์ซึ่งมีสาเหตุจากความหงุดหงิดหรือผิดหวัง

เดลต้า เวฟ (ต่ำกว่า 3.5 Hz) ซึ่งจะเกิดขึ้นในขณะนอนหลับสนิท

มิว เวฟ ที่เกิดจาก motor cortex โดยความแรงจะลดลงเมื่อมีการเคลื่อนไหวหรือตั้งใจที่จะเคลื่อนไหว

ความพยายามที่จะควบคุมคอมพิวเตอร์โดยส่วนใหญ่นั้นจะเป็นการควบคุมโดยการมอนิเตอร์คลื่นแบบแอลฟ่าหรือมิว เพราะสมองของมนุษย์สามารถเรียนรู้ในอันที่จะเปลี่ยนแปลงความแรงของคลื่นสำหรับแอลฟ่าและมิวเวฟได้โดยอาศัยความพยายามที่เหมาะสม เช่นด้วยการนึกภาพที่สามารถกระตุ้นเร้าได้อย่างรุนแรง หรือด้วยการเพิ่มความสนใจให้มากขึ้น

การทดลองด้านคลื่นสมองของนักวิจัยผู้มีนามว่า Lusted และ Knapp ได้เริ่มเป็นครั้งแรกเมื่อปี 1987 โดยได้สร้างอุปกรณ์ที่เรียกว่า Biomuse เพื่อให้ทำหน้าที่เป็น EEG มอนิเตอร์ จากนั้นก็ปรับทั้งมอนิเตอร์ตัวนี้ให้มีหน้าที่คอยปรับแต่งการทำงานของอุปกรณ์สังเคราะห์เสียงดนตรี (music synthesizer) ประโยชน์ของแนวความคิดเช่นนี้ก็คือการเรียบเรียงเสียงดนตรีที่ขึ้นกับสัญญาณจากกล้ามเนื้อ กล่าวคือ สัญญาณที่วัดได้โดยอิเล็กโตรดต่าง ๆ ที่ติดอยู่ที่แขนทั้งสองข้างของผู้แต่งเพลงจะไปสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน โดยทำให้คอมพิวเตอร์สามารถควบคุมชิ้นส่วนต่าง ๆ ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ไปทำให้เกิดเสียงดนตรีในที่สุดผู้ทำการทดลองในกรณีนี้ได้สร้างระบบที่สามารถตรวจสอบกระแสความแรงที่เกิดจากกิจกรรมที่เป็นแอลฟ่าเวฟ อันเป็นคลื่นสมองที่จะทำให้เกิดมีขึ้นโดยไม่ยาก เช่นด้วยการไม่มุ่งความสนใจไปที่เรื่องใด อันเป็นผลให้เกิดมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ (หรือแอลฟ่า-เวฟสวิตช์) ที่ทำงานด้วยคลื่นสมอง อันเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับให้ผู้ที่มีความพิการมากใช้

สรุป

หนทางอันเป็นการรุดหน้าสำหรับในเรื่องของการควบคุมคอมพิวเตอร์ด้วยสัญญาณนิวรอลยังยากแก่การประเมิน เนื่องจากว่าเป็นสาขาของการค้นคว้าวิจัยที่ใหม่มาก อย่างไรก็ตาม การค้นคว้าก็ได้รุดหน้าไปมากในแง่ของการใช้พีซีที่มีอานุภาพให้สามารถทำการคำนวณในลักษณะที่เป็น rapid fire operations ที่จำเป็นสำหรับการหาแพตเทอร์นใน biological impulses รวมทั้งการวิจัยเพื่อค้นหาคลื่นสมองแบบใหม่ ๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการควบคุมคอมพิวเตอร์มากกว่าคลื่นสมองที่ได้ค้นพบ (แอลฟ่า บีต้า เธต้า เดลต้า และมิว) และถ้าการรุดหน้าของการค้นคว้าในด้านนี้สำหรับในศตวรรษหน้าสามารถทัดเทียมกับในสองสามทศวรรษที่แล้ว ๆ มา ก็เป็นไปได้ว่าการสื่อสารด้วยนิวรอลแบบโดยตรงระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์จะนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง จนกระทั่งวันหนึ่งที่ใครสักคนซื้อคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งก็จะมีของแถมติดมาพร้อมกับตัวเครื่องเช่น biological signal sensors กับ thought-recognition ซอฟต์แวร์ (จะเหมือนกับคีย์บอร์ดและเม้าส์ที่มีมาพร้อมกับเครื่องเช่นในสมัยนี้) ซึ่งเป็นเวลาในศตวรรษที่ 21 ที่มีรากฐานมาจากงานค้นคว้าในปัจจุบัน ตัวอย่างของหัวข้อของงานค้นคว้าในเรื่องของการใช้ระบบประสาทเพื่อควบคุมคอมพิวเตอร์สำหรับเมื่อไม่กี่ปีมานี้ที่พอจะนำมาอ้างอิงก็มี อาทิเช่น Biocontroller for the Physically Disabled : A Direct Link from Nervous System to Computer โดย R.B. Knapp และ H.S. Lusted (1992)

13 วิธีรับมือกับความกดดัน

1. ติดก้อนเยลลี่เล็ก ๆ บนปลายจมูกและพยายามจามแรง ๆ ให้เยลลี่กระเด็นหลุดออกไป

2. ทำบัตรมาสเตอร์การ์ดเพิ่ม เพื่อจ่ายชำระบัตรวีซ่า

3. ขณะคั่วข้าวโพดไม่ต้องปิดฝา

4. จดรายการที่จะต้องทำหลังจากที่ทำเสร็จแล้ว (ใกล้จะบ้าแล้ว)

5. เต้นให้เจ้าต่างดู

6. ป้อนตัวเลขโรมันบนแบบฟอร์มภาษีเงินได้

7. ติดรูปเจ้านายของคุณบนแตงโมแล้วโยนมันลงมาจากดาดฟ้าของตึก

8. จ่ายชำระเงินตามใบเรียกเก็บเงินทั้งหมดด้วยเหรียญสลึง

9. ขับรถไปทำงานตอนเช้าบนเส้นทางที่ใช้เป็นขากลับ

10. ล้างรถด้วยน้ำยาล้างตา

11. ปล่อยข่าวลือต่าง ๆ นานาและหยุดเมื่อข่าวลือนั้นวนมาถึงคุณ

12. ใช้น้ำแกงเขียนเรื่องสั้นเกี่ยวกับชีวิตการทำงานของคุณ

13. ใช้ปลายส้อมบังตาเพื่อนห่าง ๆ แล้วบอกกับเพื่อนว่าเขากำลังติดดุก

(อ่านเสร็จแล้วหัวซื่อเรื่องอาจเปลี่ยนเป็น 13 ขั้นตอนก่อนจะบ้า)

ข้อมูลจาก
http://joes.webdevelop.com/jokes/jotw.htm